

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка

Фізичний факультет
Кафедра експериментальної фізики

Затверджено

на засіданні кафедри експериментальної фізики
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 10 від 29.08.2025 р.)
Завідувач кафедри



проф. Анатолій ВОЛОШИНОВСЬКИЙ

Силабус з навчальної дисципліни

“СПЕКТРОСКОПІЯ ШВИДКОЗМІННИХ ПРОЦЕСІВ”,

**що викладається в межах ОНП “Експериментальна фізика”
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 104 “Фізика та астрономія”**

Львів 2025

Назва дисципліни	Спектроскопія швидкозмінних процесів
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія, 8, м. Львів, 79005
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Фізичний факультет, кафедра експериментальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 104 Фізика та астрономія
Викладачі дисципліни	Волошиновський Анатолій Степанович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної фізики.
Контактна інформація викладачів	anatoliy.voloshinovskii@lnu.edu.ua , avolosh@ukr.net https://physics.lnu.edu.ua/employee/voloshynovskyj-anatolij-stepanovych
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/course/spektroskopii-shvydkozminnykh-protseviv
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Спектроскопія швидкозмінних процесів» є нормативною навчальною дисципліною для підготовки магістра за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія», яка викладається у 3 семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс «Спектроскопія швидкозмінних процесів» розроблено таким чином, щоб надати учасникам відповідні загальні та фахові компетентності засновані на розумінні закономірностей спектроскопії швидкозмінних процесів. У курсі представлені відповідні теоретичні дані та передбачені практичні заняття з отримання коротких світлових імпульсів, створення імпульсних лазерів піко- та фемтосекундного діапазону.
Мета та цілі дисципліни	Мета – розкрити фізичні основи отримання коротких та надкоротких світлових імпульсів, ознайомитись з методами спектроскопії з часовим розділенням, фізичними процесами з надшвидкими часами релаксації. Завданням курсу є формування в студентів знань та умінь, необхідних для оволодіння методами отримання коротких світлових імпульсів, вивчення математичного апарату для аналізу амплітуди та форми імпульсів. Вивчити фізичні основи та апаратне забезпечення для створення імпульсних лазерів піко- та фемтосекундного діапазону, методи дослідження надшвидких фізичних процесів з допомогою імпульсної абсорбційної, люмінесцентної та лазерної спектроскопії.
Література для вивчення дисципліни	Базова: 1. Ультракороткі світлові імпульси у люмінесцентній спектроскопії. Волошиновський А.С. Конспект лекцій. – 2019.

	<p>– 85 с.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Ультракороткі надпотужні світлові імпульси в конденсованих середовищах: монографія / І. В. Блонський, В. М. Кадан ; ІФ НАНУ. - Київ : Наук. думка, 2017. - 189 с. 3. Ордодворець Л. В. Оптоелектронні і лазерні системи в електроніці та медицині : навчальний посібник / Л. В. Ордодворець, І. М. Пазуха, І. М. Лукавенко. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 127 с. 4. Вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Спектроскопія швидкозмінних процесів». 2019. – 25 с. <p>Допоміжна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ultrashort Laser Pulse Phenomena Fundamentals, Techniques, and Applications on a Femtosecond Time Scale Second Edition JEAN-CLAUDE DIELS Elsevier. 2006. https://media.taricorp.net/spdf/Ultrashort%20Laser%20Pulse%20Phenomen%20-%20Jean-Claude%20Diels.pdf. 2. Phosphor handbook/Shigeo Shionoya et al. CRC Press. 1999. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wikipedia. http://www.wikipedia.org 2. Лазерний фемто-секундний комплекс. http://www.iop.kiev.ua/ua/lazernij-femtosekundnij-kompleks/
Тривалість курсу	Один семестр (3 семестр).
Обсяг курсу	150 годин, з яких 48 годин аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 102 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Курс формує такі загальні (ЗК) та спеціальні компетентності (СК):</p> <p>Загальні компетентності:</p> <p>ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК04. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК05. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.</p> <p>ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.</p> <p>ЗК07. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.</p> <p>Спеціальні (фахові) компетентності:</p> <p>СК01. Здатність використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.</p> <p>СК02. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем у галузі фізики та/або астрономії.</p> <p>СК05. Здатність сприймати новоздобуті знання у галузі фізики та астрономії та інтегрувати їх з уже наявними, а також самостійно опановувати знання та навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних галузях фізики та/або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.</p>

СК08. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі у галузі фізики та астрономії, вибирати відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.

СК11. Здатність використовувати фізичну апаратуру та обладнання.

СК13. Здатність виявляти й тлумачити основні закономірності поведінки фізичних величин і процесів, ґрунтуючись на одержаних експериментальних даних.

У результаті вивчення даного спецкурсу студент повинен

знати:

- математичні методи обробки результатів часових вимірювань;
- фізичні основи та апаратне забезпечення для створення імпульсних лазерів піко- та фемтосекундного діапазону;
- механізми надшвидких фізичних процесів;
- імпульсну абсорбційну, люмінесцентну та лазерну спектроскопію;

вміти:

- оволодіти методами отримання коротких світлових імпульсів;
- вивчити обладнання та математичний апарат для аналізу амплітуди та форми імпульсів;
- вимірювати часові параметри оптичних матеріалів.

Програмні результати навчання:

РН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної та експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.

РН02. Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.

РН04. Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних та/або астрономічних досліджень і оцінювання їх достовірності.

РН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.

РН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій у галузі фізики та/або астрономії.

РН10. Відшуковувати інформацію і дані, необхідні розв'язання складних задач фізики та/або астрономії, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отриману інформацію та дані.

РН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.

РН17. Застосовувати спеціальну фізичну апаратуру й обладнання для вимірювання фізичних величин.

РН19. Вміння обробити, проаналізувати та пояснити фізичну інформацію, одержану за допомогою методів х-променевої дифракції, люмінесцентної й оптичної спектроскопії, моделювання, електронної

	мікроскопії, термічного аналізу.						
Ключові слова	Фемтосекундні імпульси, черповані імпульси, фазо-модульовані імпульси, само модуляція, часові компресори.						
Формат курсу	Очний						
	Проведення лекцій, лабораторних занять та консультації для поглибленого розуміння тем.						
Теми	Наведено у табл.1.						
Підсумковий контроль, форма	Підсумковий контроль: іспит в кінці семестру. Форма: усна, тести.						
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з: Спектроскопія атомів, молекул та кристалів; Люмінесцентна спектроскопія, Фундаментальні проблеми квантової механіки.						
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, дискусія, виконання лабораторних робіт, підготовка доповідей, рефератів.						
Необхідне обладнання	Лекційні заняття – мультимедійна установка та ноутбук. Лабораторні заняття – обладнання навчальної лабораторії фотоніки та спектроскопії наноматеріалів (лабораторії люмінесценції) (монохроматори МДР-12, МДР-2; джерела випромінювання: лазерні діоди, імпульсні світлодіоди; фотопомножувачі; підсилювачі; частотоміри, перетворювачі час-амплітуда, аналого-цифрові перетворювачі).						
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводяться за 100- бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • робота на лекціях: 8 балів (враховується поточна успішність студента шляхом опитування); • лабораторні роботи: 32% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $32 = 4 \text{ роботи} \times 8 \text{ балів}$; • контрольні заміри (модулі): 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10; • іспит: 50% семестрової оцінки. <p>Підсумкова максимальна кількість балів: 100.</p> <p style="text-align: center;">Шкала оцінювання лабораторної роботи</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Бали</th> <th>Критерії оцінювання</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">8-7</td> <td>Здобувач самостійно провів експеримент відповідно до ходу роботи в повному обсязі, грамотно обробив результати експерименту. Склавши письмовий звіт, зробив обґрунтований висновок. На захисті продемонстрував глибокий рівень знань з тематичної лабораторної роботи. Допускалися незначні неточності у формулюваннях відповідей або при оформленні звіту. Більш високим рівнем вважається виконання роботи (за можливості) за самостійно складеним оригінальним планом і обґрунтування його вибору.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Студент самостійно провів експеримент відповідно до ходу роботи, обробив математично результати</td> </tr> </tbody> </table>	Бали	Критерії оцінювання	8-7	Здобувач самостійно провів експеримент відповідно до ходу роботи в повному обсязі, грамотно обробив результати експерименту. Склавши письмовий звіт, зробив обґрунтований висновок. На захисті продемонстрував глибокий рівень знань з тематичної лабораторної роботи. Допускалися незначні неточності у формулюваннях відповідей або при оформленні звіту. Більш високим рівнем вважається виконання роботи (за можливості) за самостійно складеним оригінальним планом і обґрунтування його вибору.	6	Студент самостійно провів експеримент відповідно до ходу роботи, обробив математично результати
Бали	Критерії оцінювання						
8-7	Здобувач самостійно провів експеримент відповідно до ходу роботи в повному обсязі, грамотно обробив результати експерименту. Склавши письмовий звіт, зробив обґрунтований висновок. На захисті продемонстрував глибокий рівень знань з тематичної лабораторної роботи. Допускалися незначні неточності у формулюваннях відповідей або при оформленні звіту. Більш високим рівнем вважається виконання роботи (за можливості) за самостійно складеним оригінальним планом і обґрунтування його вибору.						
6	Студент самостійно провів експеримент відповідно до ходу роботи, обробив математично результати						

	експерименту, склав письмовий звіт. При оформленні допущено незначні помилки, самостійно зробив висновки, на захисті продемонстрував достатній рівень знань.
5	Студент самостійно провів експеримент відповідно до ходу роботи, обробив з деякими математичними помилками результати експерименту, склав письмовий звіт, де допущені помилки з оформлення, зробив неповний висновок, на захисті продемонстрував середній рівень знань.
4-3	Студент виконав експеримент частково з допомогою лаборанта/викладача відповідно до ходу роботи. Одержані результати дають можливість сформулювати правильні висновки або їх частину. Під час математичної обробки та оформлення роботи допущено суттєві помилки. На захисті тематичної лабораторної роботи продемонстровано задовільний рівень знань.
1-2	Студент провів експеримент з допомогою лаборанта/викладача, частково обробив результати експерименту, склав письмовий звіт без належного оформлення, на захисті продемонстрував базовий рівень знань.
0	Здобувач не представив до захисту звіт з відповідної тематичної лабораторної роботи.

У разі відсутності студента під час проведення лабораторних занять з поважних причин йому надається право на відпрацювання. У всіх інших випадках відсутність здобувача на лабораторних заняттях автоматично зараховується йому як незадовільна оцінка (0 балів) за відповідну тематичну лабораторну роботу. Незадовільну оцінку студент має право перескласти. Додатковий термін перездачі призначає викладач.

Додаткові бали можна отримати за результатами неформального та/або інформального навчання по тематиці даного курсу. Визнання та зарахування результатів такого навчання відбувається у відповідності до наданих документів про неформальне та/або інформальне навчання. Також до 10 додаткових балів включно можна отримати через наукову роботу здобувача, куди входить написання тез, статей, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни.

- підсумковий контроль (іспит): 50% семестрової оцінки.

До підсумкового контролю допускаються студенти за умови захисту звітів всіх робіт. Підсумковий контроль здійснюється у формі іспиту з врахуванням накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.

На іспит виносяться 2 описові питання, з максимальною оцінкою в 10 балів кожне і тести з максимальною сумарною оцінкою 30 балів. Максимальна кількість балів за іспит – 50.

Критерії оцінювання описових питань іспиту

Критерії	Бали
Студент продемонстрував глибокий рівень розуміння матеріалу. Під час відповіді використовував формули, означення, приводив доведення, вільно володів	10-9

	<p>концепціями. Розглянуто всі аспекти поставленого запитання. Відповіді були достатньо аргументовані, чіткі й логічні, містили всі необхідні елементи й деталі. Допускалися деякі неточності формулювань.</p>	
	<p>Здобувач продемонстрував достатній або середній рівень фізичних знань під час відповіді на запитання. Наведено формули й означення без їхнього повного кінцевого розуміння. Відповіді на певні аспекти питання були в основному правильні, але недостатньо фізично обґрунтовані, допускалися математичні помилки й неточності означень.</p>	8-6
	<p>Здобувачем продемонстровано задовільний або базовий рівень знань з питання, яке у відповіді не розглянуто з усіх необхідних точок зору. Крім значних математичних помилок, траплялися випадки, пов'язані з помилковою фізичною інтерпретацією певного аспекту питання.</p>	5-1
<p>Академічна добросесність здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недобросесності. Виявлення ознак академічної недобросесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають і виконають усі лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Усю літературу, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на лабораторних роботах в процесі поточного контролю. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми академічної недобросесності не толеруються.</p>		
<p>Питання до екзамену</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Часові параметри люмінесцентних процесів. Основно-валентна люмінесценція. 2. Вимірювання часових параметрів оптичних імпульсів методом статистичного ліку одиночних фотонів. Старт-стопний метод. 3. Синхротронне випромінювання – властивості та застосування. 4. Вимушене комбінаційне випромінювання. 5. Газорозрядні джерела оптичних імпульсів. 6. Оптичне випрямлення та Черенковське випромінювання. 7. Режим вільної генерації лазера. Пічкова структура імпульсу. 8. Оптична параметрична генерація як спосіб перетворення частоти 	

	<p>9.Режим модуляції добротності лазера. Часові параметри імпульсів поглинання.</p> <p>10.Використання методів нелінійної оптики для перетворення частоти. Генерація сумарної та різницевої частоти.</p> <p>11.Методи модуляції добротності лазерів.</p> <p>12.Використання методів нелінійної оптики для перетворення частоти. Генерація другої гармоніки.</p> <p>13.Робота лазера в режимі синхронізації мод. Спектральна ширина лазерного випромінювання.</p> <p>14.Схема та робота триступінчатого компресора оптичних імпульсів на оптичному волокні та дифракційних ґратках.</p> <p>15.Скорочення тривалості імпульсу в режимі синхронізації мод.</p> <p>16.Оптичний імпульс в нелінійному середовищі із $k_2 > 0$. Розширення світлового імпульсу.</p> <p>17.Вивести умову спектрально обмеженого імпульсу $\Delta\nu\Delta t \sim 1$</p> <p>18.N-солітони. Компресія N-солітонів в оптичних волокнах із $k_2 < 0$.</p> <p>19.Фазова та групова швидкості та співвідношення між ними для оптичного імпульсу.</p> <p>20.Поширення оптичного імпульсу в оптичному волокні. Умова формування оптичного солітона.</p> <p>21.Дисперсія групової швидкості, дисперсія оберненої групової швидкості та їх кореляція із дисперсією середовища.</p> <p>22.Фазова самомодуляція у нелінійній оптиці. Формування додатного чірпа.</p> <p>23.Амплітудна модуляція та зміна частоти коливань.</p> <p>24.Самофокусування як прояв самодії у нелінійній оптиці.</p> <p>25.Фазова модуляція та формування додатних та від'ємних чірпів.</p> <p>26.Дифракційна ґратка як компресор оптичних імпульсів. Приклади схем з оптичною компресією на ґратці.</p> <p>27.Компресія фазомодульованих імпульсів у випадку $\alpha k_2 < 0$. Залежність тривалості імпульсу від розмірів оптичного середовища. Довжина компресії. Коефіцієнт компресії.</p> <p>28.Розширення фазомодульованих імпульсів у випадку $\alpha k_2 > 0$. Залежність тривалості імпульсу від розмірів оптичного середовища.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Спектроскопія швидкозмінних процесів»

Тиж-день	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Літера тура	Завдання	Термін виконання
1	Основні тенденції у розвитку спектроскопії з часовим розділенням. Абсорбційна та люмінесцентна спектроскопія. Імпульсні високоенергетичні збудження. Імпульсна лазерна спектроскопія.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 6 год.	Б: 1 (Ч1), 2	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи.	1 тиждень
2		лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.	Б: 1, 4	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних робіт.	1 тиждень
3	Імпульсні джерела збудження. Іскровий розряд. Синхротронне випромінювання.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 8 год.	Б: 1, 2	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи.	1 тиждень
4		лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 6 год.	Б: 1, 4	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних робіт.	1 тиждень
5	Математичні методи обробки результатів часових вимірювань.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 8 год.	Б: 1, 4	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи	1 тиждень
6		лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.	Б: 1, 4	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних робіт.	1 тиждень
7	Імпульсні лазери.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 6 год.	Б: 1, 2, 3, 4 Д: 1	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи	1 тиждень
8		лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.	Б: 1, 4	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних	1 тиждень

				робіт.	
9	Імпульсна абсорбційна спектроскопія з часовим розділенням.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 8 год.	Б:1, 2, 4	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи	1 тиждень
10		лабор. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год.	Б:1, 4	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних робіт.	1 тиждень
11	Люмінесцентна спектроскопія з часовим розділенням.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 8 год.	Б:1, 2, 4	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи	1 тиждень
12		лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.	Б:1, 2	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних робіт.	1 тиждень
13	Міграційні процеси.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 8 год.	Б:1, 4 Д:2	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи	1 тиждень
14		лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.	Б:1, 4	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних робіт.	1 тиждень
15	Лазерна імпульсна спектроскопія.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 8 год.	Б:1, 2, 4	Опрацювати матеріали лекції та рекомендовану літературу Підготовка до лабораторної роботи	1 тиждень
16		лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.	Б:1, 2	Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторних робіт.	1 тиждень